

충북지역 농업용 저수지의 노후도 조사 연구

Studies on Structural Degradation of Agricultural Reservoirs in Chungbuk Region

송창섭^{*†} · 박병현^{**}

Song, Chang Seob^{*†} · Pak, Byung Hyun^{**}

Abstract

Ninety five percent of the agricultural reservoirs were constructed by earth or rock. There are 18,000 agricultural dams and reservoirs in Korea. Therefore, it is easy to evaluate or identify their problems. Reservoirs should be repaired before too late. It is required to guarantee the proper functions of the existing agricultural dams and reservoirs in time to minimize the damage. In this study, in order to evaluate degradation of agricultural reservoir, grasps the safety of reservoir choosing for agriculture of 25 reservoirs which are distributed in Chungbuk region rural and analyzed using possibility as reservoir of agricultural usage. The degradation was evaluated by a compilation of the result where embankment and structure were separately handled, measured and then multiplied scores for each categories. By activating this research, current status of agricultural reservoir and degradation status will be easily measured. In addition, the research could be also used as a tool for an effective control or maintenance.

Keywords : Agricultural reservoirs, Degradation, Control and maintenance of dam

1. 서 론

우리나라에는 약 18,000 여 개의 농업용 저수지가 있는데, 그 중에서 약 19%인 3,300 여개소는 한국 농촌공사에서 관리하고 나머지 14,700여 개소는 시·군에서 관리하고 있다. 그런데, 산업화/도시화 등에 따른 부족한 용지가 농지에서 전용되면서 농업용

수의 공급이 필요 없게 되면서 매년 약 45개의 농업용 저수지가 폐기되는 것으로 나타나고 있다. 또한, 전국의 저수지는 약 54%정도가 1945년 이전에 설치되어 시설이 노후화되거나 기능이 약화되어, 시급하게 안전진단 또는 노후도를 평가하여 보수 또는 보강하여야 할 것이다.

저수지의 노후화 판단기준에 대한 연구는 장 등(1996)이 시도한 이래, 지금까지도 미미하여 아직도 제대로 정립되지 못하고 각 기관마다 설정된 기준과 방법으로 시행하고 있는 실정이다. 저수지의 노후화를 판단하는 것은 여러 부분에 대한 고찰이 필요하며, 그 분석방법도 간단하지 않다. 지형 및 지질조사, 수리·수문조사, 저수지 기초조사, 사용재료조사와 같은 기본조사 이외에도 제체부, 여수도 및 구조

* 충북대학교 농업생명환경대학 지역건설공학과

** 충북대학교 대학원 지역건설공학과

† Corresponding author. Tel.:+82-43-261-2578

Fax:+82-43-271-5922

E-mail address: cssong@cbnu.ac.kr

2008년 4월 14일 투고

2008년 5월 28일 심사완료

2008년 5월 28일 게재확정

물, 취수통관, 배수구 등 저수지 구조물에 대한 노후화 정도를 판단할 필요가 있다.

본 연구는 충북지역 내에 있는 농업용 저수지의 관리실태 및 안전성을 파악하여 농업용 저수지의 노후도를 분석하고자 한다. 이를 위하여 충북지역 내의 25개소 농업용 저수지를 선정하고, 현황을 파악하기 위하여 세부항목별 현장조사를 실시하였다. 그 결과를 바탕으로 세부항목별 점수, 중요도 점수, 항목별 가중치 등을 고려하여 충북지역의 농업용 저수지의 노후도를 평가하였다.

II. 대상 저수지의 선정

조사대상 저수지는 충청북도내 저수지로 지역, 구

모, 용수이용, 축조연도 등을 고려하여 선정하였다. 또한 조사의 효율을 높이기 위해 충북의 약 781개소의 저수지 중에서 한국농촌공사에서 관리하는 저수지를 대상으로, 지사별로 축조연도가 오래된 저수지에서 3~4개소로 선정하였다.

선정된 저수지의 현황은 Table 1과 같다.

III. 농업용 저수지의 노후도 평가 방법

1. 저수지 노후도 평가 순서

저수지의 노후도 평가는 크게 1단계와 2단계로 나눌 수 있다. 1단계에서는 저수지 현장조사의 결과를 바탕으로 제체의 식생분포, 제체의 균열, 누수, 침하,

Table 1 Each branch's selection reservoir condition

Branch Name	Reservoir Name	Construction Year	Location	Active Storage(ton)	Type of Dam body
Cheongwon Branch	No san	1945	Chungbuk Cheongwon gun Hyundomyun Nosanri	28	Homogeneous
	Yeoun je	1945	Chungbuk Cheongwon gun Gangwoimyun Yeonjeri	810	Core
	Jung ri	1984	Chungbuk Cheongwon gun Miwonmyun jungri	689	Core
Eumseong Branch	Geum san	1945	Chungbuk Eumsung gun Saengdeukmyun guansungri	443	Homogeneous
	Ma yi	1945	Chungbuk Eumsung gun Samsungmyun Sunjungri	325	Homogeneous
	Yang duk	1947	Chungbuk Eumsung gun Samsungmyun Yangdukri	942	Homogeneous
	Yu sin	1945	Chungbuk Eumsung gun Saengdeukmyun Chapyungri	539	Homogeneous
	Chung do	1945	Chungbuk Eumsung gun Soimyun Chungdori	590	Core
Jincheon Branch	Mu su	1959	Chungbuk Jincheon gun Manseungmyun Guamri	1,333	Homogeneous
	Sin chuk	1960	Chungbuk Jincheon gun Duksanmyun Sinchukri	478	Homogeneous
Goesan Branch	Sin hu pyung	1945	Chungbuk Goesan gun Chungchunmyun Hupyungri	15	Homogeneous
	Yi dam	1945	Chungbuk Goesan gun Gammulmyun Yidamri	645	Homogeneous
	Ji gok	1945	Chungbuk Goesan gun Chilshungmyun Yulwonri	30	Homogeneous
Chungju/Jecheon Branch	Dae je	1945	Chungbuk Chungju si Hoamdong	223	Homogeneous
	Young ho	1949	Chungbuk Jecheon si Mosandong	501	Core
	Bi ryong	1970	Chungbuk Jecheon si Mosandong	621	Core
	Ho am	1945	Chungbuk Chungju si Hoamdong	1,030	Homogeneous
Boeun Branch	Dal mi	1945	Chungbuk Boeun gun Samseungmyun Dalsanri	74	Homogeneous
	Sun ji	1945	Chungbuk Boeun gun Samseungmyun Wonnamri	110	Homogeneous
	Jung san gol	1945	Chungbuk Boeun gun Maromyun Galpyungri	47	Homogeneous
Yeongdong / Okcheon Branch	Geum san	1964	Chungbuk Okcheon gun Gunseomyun Geumsanri	58	Homogeneous
	Nam pyung	1945	Chungbuk Okcheon gun Annammyun Jisuri	90	Homogeneous
	Nong am	1945	Chungbuk Okcheon gun Annammyun Cheongjungri	649	Homogeneous
	Jun gok	1945	Chungbuk Okcheon gun Dongyimyun Jiyangri	18	Homogeneous
	Chu pung ryung	1945	Chungbuk Yeongdong gun Chupyungryungmyun jukjunri	665	Homogeneous

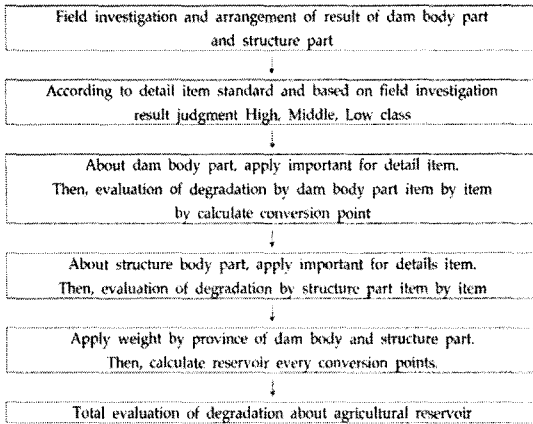


Fig. 1 Flow chart of evaluation of degradation for agricultural reservoir

구조물의 강도 등을 평가기준에 적용하여 제체부 및 구조물부에 대하여 각 세부항목별 평가점수화하는 것이고, 2단계에서는 제체부 및 구조물부의 세부항목별 중요도점수를 부여하여 제체부 및 구조물부의 노후도를 평가하고, 동시에 항목별 가중치를 적용하여 저수지 전체의 노후도를 평가하는 것이다.

Fig. 1은 농업용 저수지의 노후도를 평가하는 순서를 도시한 것이다.

2 부위별 세부조사항목 및 평가 기준

시간의 경과에 따른 저수지의 제체 및 구조물의 노후상태와 단면의 변화를 조사하는 것으로 설계도면의 제당과 측량 및 조사결과를 바탕으로 단면의 변화 상태를 검토한다.

제체부의 조사항목은 상류사면, 하류사면, 양안부, 제체단면변화 및 침윤과 배수상태 등 5개로 분류하고, 각 항목에 대하여 5~6개의 세부항목을 설정하였다. 구조물부의 조사항목은 도수로 접근상태, 여수토, 여수토 바닥, 제체방향 옹벽, 지산방향 옹벽, 급류부 옹벽, 급류부 바닥, 정수지, 유출수로, 문비, 사통(취수탑), 연결교량, 통관 등 13개의 항목을 선정하고, 각각의 항목에 대하여 4~10개의 세부항목을 설정하였으며, 이러한 조사항목은 저수지의 주요부위를 대부분 포함하고 있으며 현재 주로 사용되고 있는

조사항목이다. 또한, 조사는 예비조사, 기초자료조사, 현장조사 순으로 수행되었으며(충북지역환경기술개발센터,2006), 세부항목별 평가기준은 농림부(1996)의 기준에 의하여 평가하였다.

3 세부항목별 중요도 점수

각 세부항목별 평가기준에 의한 노후도는 평가되었으나 이것이 전체 저수지의 노후도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 각각의 세부항목별 중요도 점수를 부가하였다. 중요도 점수는 세부항목의 중요도에 따라 0~5까지 부여하였으며, Table 2는 제체부의 상류사면에 대한 중요도 점수의 예를 보여주고 있으며, Table 3은 구조물부의 여수토에 대한 중요도 점수의 예를 나타낸다.

Table 2 Important point of each detail item (Upper stream slope) about dam body part (Example)

Item of dam body part	Detail item	Important point
Upper stream slope	Slope protection status (Status of large size oddly shaped stone)	5
	Erosion status of waterside (connection part of dam body and site)	3
	Gardening status (Gardening distribution)	2
	Settlement (Partial settlement, Total settlement)	4
	Dregs and suspended solids	1
	Cave (For animals)	3

Table 3 Important point of each detail item (Spillway) about structure part (Example)

Item of structure part	Detail item	Important point
Spillway (Crest and Ogee)	Crack	4
	Surface status and weakness	3
	Efflorescence	2
	Section defici	4
	Compressive strength	3.5
	Leakage of water	5
	Neutralization depth	2

Table 4 Weight of each item for evaluation of degradation of agricultural reservoir

Part	Item	Weight(%)	Part	Item	Weight(%)
Dam body	Upper stream slope	7.8	Structure	Feed canal Access waterway status	3.8
	Downstream slope	9.2		Spillway(Crest and Ogee)	4.6
	Land register part	10.6		Bottom part of Spillway	3.8
	Section change of dam body	9.6		Dam body direction wall	3.8
	Seepage and backwater status	8.8		Left Training wall	3.8
	Dam body Total	46.0		Rapids part wall	3.8
				Rapids part bottom	3.8
		Pure water reservoir		2.6	
		Runoff waterway		3.8	
		Gate		6.6	
		Intake tower		4.6	
		Connection bridge		2.6	
		Conduit		6.4	
		Structure Total		54.0	

4. 저수지 노후도 평가를 위한 항목별 가중치

농업용 저수지의 파괴나 붕괴로 이어지는 결함요소는 여러 곳에서 나타날 수 있으며, 그 정도의 차이도 현장조건이나 주변지형, 지질, 규모 및 축조형태, 기술력, 축조시기, 축조 후 경과시간 등 광범위하게 나타나고 있다. 그러나 모든 요인을 다 고려하여야 하지만 이는 현실적으로 불가능하기 때문에 저수지의 붕괴사례를 중심으로 도출된 제체부 및 구조물부의 주요 항목에 대한 가중치를 적용하여 농업용 저수지에 적용하였다.

적용된 항목별 가중치는 제체부를 46%, 구조물부를 54%로 설정하고, 이를 항목별로 중요도 점수를 고려하여 Table 4와 같이 노후도 평가를 위한 가중치를 정립하였다.

5. 농업용 저수지의 노후도 등급기준

제체부 및 구조물부의 세부항목별 평가점수가 결정되면, 제체부 및 구조물부의 각 세부항목에 대한 가중치를 적용하여 환산평가점수를 산출하여 저수지 전체의 노후도를 평가한다. 이 때 적용되는 등급의 기준은 조사기관에 따라서는 5등급으로 나누는 경우도 있으나, 본 연구에서는 Table 5와 같이 3등급으로 나누어 평가하였다.

Table 5 Criterion of Grade Evaluation for Item and Total Deterioration

Grade of degradation	Range	Note
High	Over 90 point	Total degradation apply conversion point and detail
Middle	70 ~ 89 point	Item apply results of investigation detail item
Low	Below 70 point	

IV. 저수지의 노후도 평가 결과 및 고찰

1. 저수지의 노후도 평가

제체부와 구조물부의 세부항목별 평가점수를 바탕으로 각 세부항목에 대한 중요도점수 및 가중치를 적용하여 농업용 저수지의 노후도를 평가하였다.

Table 6은 본 연구에서 조사된 25개 저수지에 대한 노후도를 평가하기 위하여 제체부 및 구조물부의 가중치를 적용하여 정리한 환산점수를 정리한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 저수지의 전체적인 노후도가 양호한 저수지는 충도 저수지 1개소 뿐이고, 23개소의 노후도는 중간정도를 보이고 있으나 이는 범위가 넓어 상당한 편차를 보이고 있다. 또한, 준공 저수지는 제체뿐만 아니라 구조물에서도 노후가 심한 것으로 나타나 곧 보수가 시급한 것으로 평가되었다. 그러나, 구조물부와 제체부의 각 부위별 평가기준이

Table 6 Evaluation of degradation for agricultural reservoir in Chungbuk area each branch

Branch	Reservoir	Conversion point			Degradation degree
		Dam body part	Structure part	Total	
Cheong-won	Jung ri	36.4	44.0	80.4	Middle
	Yeoun je	34.6	42.9	77.5	Middle
	No san	35.5	44.2	79.7	Middle
Goi-san	Ji gok	36.9	44.4	81.3	Middle
	Sin hu pyung	38.1	44.1	82.2	Middle
	Yi dam	39.1	41.9	81.0	Middle
Bo-eun	Jung san gol	36.5	43.1	79.6	Middle
	Dal mi	35.6	47.1	82.7	Middle
	Sun ji	35.2	-	35.2	Middle
Eum-sung	Chung do	42.1	48.7	90.8	High
	Yu sin	36.5	42.7	79.2	Middle
	Yang duk	36.3	42.1	78.4	Middle
	Geum jung	36.5	42.9	79.4	Middle
	Ma yi	38.6	48	86.6	Middle
Jin-cheon	Mu su	38.2	48.5	86.7	Middle
	Sin chuk	36.1	44.4	80.5	Middle
Young-dong /Ok-cheon	Chu pung ryung	39.9	44.6	84.5	Middle
	Jun gok	30.6	22	52.6	Low
	Nong am	40.6	44.4	85.0	Middle
	Geum san	35.9	44.9	80.8	Middle
	Nam pyung	35.5	37.7	73.2	Middle
Chung-ju /Je-chein	Young ho	40.9	47.2	88.1	Middle
	Dae je	32.7	42.9	75.6	Middle
	Ho am	36.0	40.7	76.7	Middle
	Bi ryong	41.5	46.9	88.4	Middle

정립되지 않아 부위별 노후도를 제시하지 못하고 있으므로 이에 대한 추가연구가 시급한 것으로 판단된다.

2. 충북지역 농업용 저수지의 노후도 분석

가. 제체부의 노후도 분석

제체부를 상류사면, 하류사면, 양안부, 제체변화상태 및 침윤배수상태 등 5개 세부항목으로 나누어, 25개 소의 저수지에 대하여 세부항목별로 등급을 정리한 결과 Table 7과 같다.

표에서 볼 수 있듯이 조사 저수지의 약 12% 정도만 양호한 상태로 조사되었다. 특히, 약 7% 정도의 저수지에서 제체가 불량한 상태로 나타나고 있어 시

Table 7 Dam body part evacuation of degradation of agricultural reservoir for Chungbuk area

Item	High	Middle	Low
Upper stream slope	2	20	3
Downstream slope	3	20	2
Land register part	2	22	1
Section change of dam body	3	22	0
Seepage and backwater status	5	17	3
Total (Items)	15	101	9

급하게 보수가 요구되었다.

조사 저수지 중에서 제체의 상류사면은 2개소인 약 8%만이 양호한 상태로 평가되었으며, 3개소에서는 시급하게 보수가 필요하였다. 하류사면은 2개소(8%)에

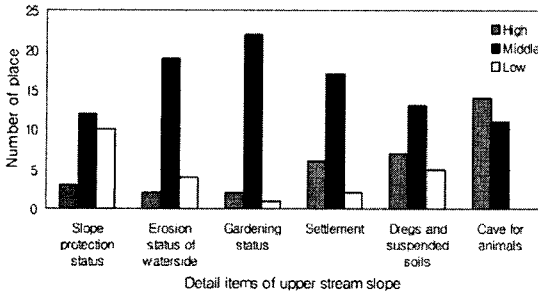


Fig. 2 Evaluation of degradation of upper stream by detail each item.

서 불량하였으며, 양안부는 1개소(4%), 침윤 및 배수 상태는 3개소(12%)에서 불량하게 평가되어 가능한 빨리 보수가 요구되었다.

또한, 상류사면에 대한 세부항목별 노후도를 도시하면 Fig. 2와 같이 사면의 보호상태는 비교적 불량하고, 제체단면의 동물에 의한 굴 등의 구멍에 대하여는 양호한 것으로 나타났다.

나. 구조물부의 노후도 분석

농업용 저수지의 구조물부에 해당하는 주요 부분은 도수로, 여수토, 방수로 및 방수로 옹벽, 정수지, 문비, 취수탑 또는 사통, 연결교량, 통관 등이며, 이들의 노후상태를 항목별로 요약하면 Table 8과 같다.

평가 결과, 도수로의 접근상태는 6개소인 약 25%가 불량한 것으로 평가되었다. 여수토는 3개소인 약 13%가 불량하였으며 특히, 여수토 바닥은 약 25%인 6개소가 불량한 것으로 평가되어 조속한 시일 내에 보수가 필요한 것으로 나타났다. 지산방향의 옹벽, 정수지, 유출수로, 통관은 3개소인 약 13% 정도가 불량한 것으로 평가되었으며, 문비나 사통(취수탑)도 2곳(약 8%)이나 불량한 것으로 나타났다. 여수토 방수로의 급류부 옹벽이나 바닥도 1곳(약 4%)에서 불량한 것으로 평가되었다. 그러나, 제체와 연결되는 옹벽은 불량한 곳이 없는 것으로 평가되었다. 대체로 보아 약 절반이상이 중간정도의 노후도를 보이고 있다. 정수지, 여수토 방수로, 문비, 사통은 양호한 반면 도수로 및 여수토 부분이 불량한 곳이 많은 것으로 나타나 이에 대한 검토가 필요한 것으로 사료된다.

또한, 각각의 세부항목에 대한 구체적인 노후도를

도시하면 다음과 같다. Fig. 3은 여수토 부분의 세부항목별 노후상태를 도시한 것이다. 여수토는 표면균열, 단면결손 등은 불량한 상태로 평가되었으며, 중성화깊이 등에 대해서는 아주 양호한 것으로 평가되

Table 8 Evaluation of degradation of structure part at Chngbuk area

Item	High	Middle	Low
Feed canal status	5	13	6
Spillway	4	17	3
Bottom part of spillway	5	13	6
Dam body direction	5	18	0
wall	5	15	3
Left Training wall	9	13	1
Rapids part wall	9	13	1
Pure water reservoir	8	13	3
Runoff waterway	4	17	3
Gate	10	12	2
Intake tower	9	14	2
Connection bridge	7	15	1
conduit	6	15	3
Total	86	188	34

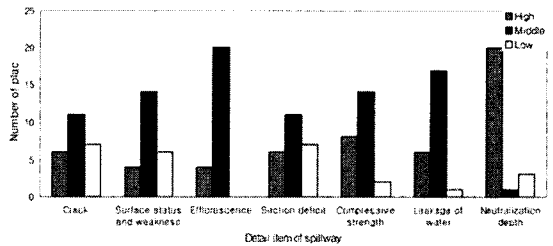


Fig. 3 Evaluation of degradation of spillway by detail each item.

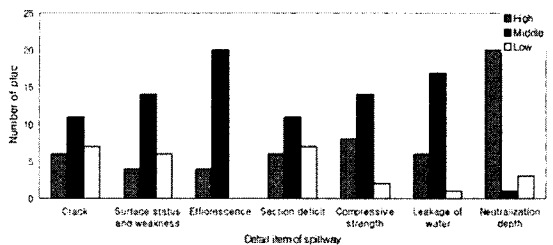


Fig. 4 Evaluation of degradation of Rapids part wall by detail each item.

었다. 또한, 급류부 옹벽의 경우에는 표면균열, 백화현상, 조인트부분이 불량한 것으로 나타났으며, 침하, 벽체이동, 중성화깊이 등에서는 양호한 것으로 나타났다.

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 농업용 저수지를 제체부와 구조물부로 크게 부위별로 나누고, 다시 각각의 조사항목과 세부항목으로 나누어 각각의 평가기준을 바탕으로 항목별로 평가점수를 산정하고, 이를 항목별 중요도 점수와 가중치를 부여하여 평가환산점수를 도출하였다. 도출된 점수를 바탕으로 노후도 평가기준에 의하여 25개의 농업용 저수지에 대하여 노후도를 평가하였으며, 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 농업용 저수지의 노후도 평가는 제체부 및 구조물부의 세부항목별 중요도 점수 및 가중치를 부여하여 항목간 중요성을 고려하였으며, 제체부는 5개의 항목, 구조물부는 13개소의 항목으로 구분하였으며, 각각의 항목은 특징, 역할 및 중요성을 감안하여 5개에서 10개의 세부항목을 설정하여 평가기준을 정립하였다.

2. 노후도 분석결과, 제체부에서 상류사면은 2개소가 상, 20개소가 중, 3개소가 하로 평가되었으며, 하류사면은 3개소가 상, 20개소가 중, 2개소가 하, 양안부는 2개소가 상, 22개소가 중, 1개소가 하, 제체단면변화는 3개소가 상, 22개소가 중, 침윤배수상태는 5개소가 상, 17개소가 중, 3개소가 하로 평가되었다.

3. 상류사면에 대한 세부항목별 노후도를 분석한 결과, 사면의 보호상태나 상류사면의 침식상태는 비교적 불량한 것으로 나타나고 있으나, 제체단면의 동물에 의한 굴 등의 구멍 또는 부유물 등에 대해서는 양호한 것으로 나타났다.

4. 구조물부에서 도수로 상태는 5개소가 상, 13개소가 중, 6개소가 하로 평가되었으며, 여수토는 4개소가 상, 17개소가 중, 3개소가 하로, 제체방향 옹벽은 5개소가 상, 18개소가 중으로, 지산방향 옹벽은 5

개소가 상, 15개소가 중, 3개소가 하로, 급류부 옹벽은 9개소가 상, 13개소가 중, 1개소가 하로, 급류부 바닥은 9개소가 상, 13개소가 중, 1개소가 하로, 문비는 10개소가 상, 12개소가 중, 2개소가 하로, 사통은 9개소가 상, 14개소가 중, 2개소가 하로 평가되었다.

5. 여수토 및 급류부 옹벽 등 세부항목별 노후상태를 분석한 결과, 표면균열, 단면결손, 백화현상, 조인트부분 등은 불량한 상태로 평가되었으며, 침하, 벽체이동, 중성화깊이 등에 대해서는 아주 양호한 것으로 평가되었다.

6. 충북지역 저수지의 노후도를 분석한 결과, 1개소는 불량, 23개소는 보통, 1개소는 양호한 것으로 나타났으며 대체적으로 보수, 보강이 시급한 것으로 분석되었다.

이 논문은 2006학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

References

1. KARICO, 2005, Development of Validation Assessment Technologies for Hydraulic Structures Repair and Improvement to prevent disasters(in Korean).
2. Ministry of Agriculture & Forestry Republic of Korea, 1996, Guidelines for Reservoir Safety and Maintenance and Development of Rehabilitation Methods of Degraded Agricultural Reservoirs(in Korean).
3. Chungbuk Regional Environmental Technology Development Cent, 2006, Investigation of Water Pollution for Agricultural Reservoir and Rehabilitation of Degrade Reservoirs in Chungcheongbuk-Do(in Korean).
4. Chang P. W., C. S. Song, Y. G. Park, C. W. Woo and J. Y. Won., 1997, Studies on Structural Degradation of Agricultural Reservoirs

- in Kyungki Province, Journal of the KSAE 39(4) : 90-97 (in Korean).
5. Canadian Dam Safety Association, 1995, Dam Safety Guidelines.
 6. Healy K. A., 1974, Evaluation and Repair of Stonewall-earth dams, Engineering Foundation Conference, Proceeding, Safety of Small Dams, ASCE, pp.149-178.